

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-165017

(43)Date of publication of application : 19.06.2001

(51)Int.Cl.

F02M 61/18

(21)Application number : 11-309092

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 29.10.1999

(72)Inventor : DATE KENJI
YODA TOSHIYUKI

(30)Priority

Priority number : 10354086 Priority date : 14.12.1998 Priority country : JP
11276497 29.09.1999

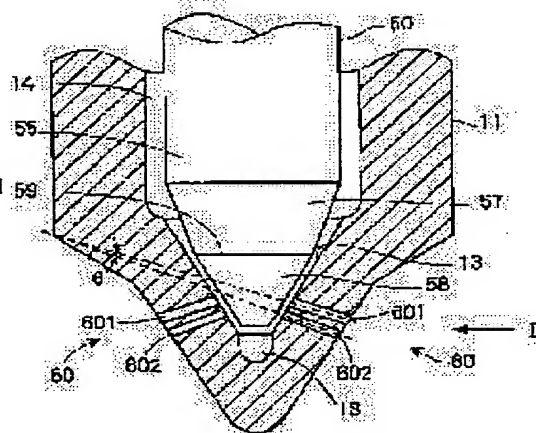
JP

(54) FUEL INJECTION NOZZLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel injection nozzle capable of reducing discharge of black smoke from an engine by ensuring the proper number of spray without impairing atomizing of fuel, and controlling the spray form corresponding to the shape or performance of an applicable engine.

SOLUTION: The shortest distance L between an outer periphery of a first injection hole 601 and an outer periphery of a second injection hole 602, and an angle formed by a center axis of the first injection hole 601 and a center axis of the second injection hole 602, are regulated, and thereby, particle of fuel is injected from the injection hole as a single spray, and atomizing of fuel for forming spray is promoted. Since single spray is formed by one injection hole group 60, spray times not excess. Since collision of spray particles is avoided, atomizing of fuel is promoted. It is thus possible to improve combustion efficiency of fuel in a combustion chamber, and it is also possible to reduce generation of black smoke to be discharged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-165017

(P2001-165017A)

(43) 公開日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(51) Int.Cl.⁷

F 0 2 M 61/18

識別記号

3 2 0

F I

F 0 2 M 61/18

テーマコード(参考)

3 2 0 D 3 G 0 6 6

3 2 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-309092

(22) 出願日 平成11年10月29日 (1999. 10. 29)

(31) 優先権主張番号 特願平10-354086

(32) 優先日 平成10年12月14日 (1998. 12. 14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-276497

(32) 優先日 平成11年9月29日 (1999. 9. 29)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 伊達 健治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 依田 稔之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100093779

弁理士 服部 雅紀

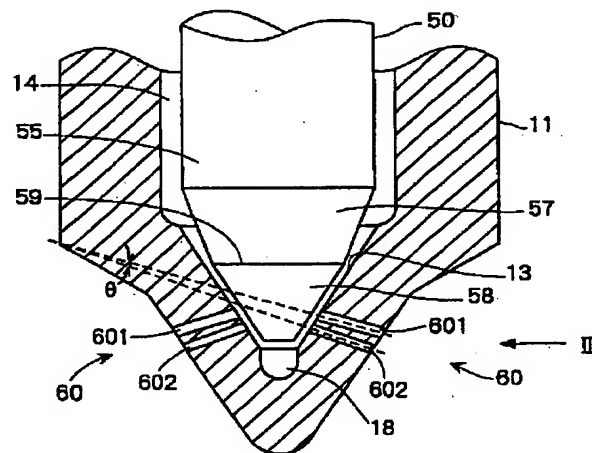
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射ノズル

(57) 【要約】

【課題】 燃料の微粒化を阻害することなく、適切な噴霧数を確保し、かつ適用するエンジンの形状または性能に合わせて噴霧の形状を制御することにより、エンジンからの黒煙の排出を低減することができる燃料噴射ノズルを提供する。

【解決手段】 第1噴孔601の外周と第2噴孔602の外周との最短距離L、ならびに第1噴孔601の中心軸と第2噴孔602の中心軸がなす角度を規定することにより、噴孔から噴射された燃料の微粒子は単一の噴霧を形成し、かつ噴霧を形成する燃料の微粒化を促進することができる。また、1つの噴孔群60で単一の噴霧を形成するので、噴霧の数が過剰になることがない。さらに、噴霧同士の衝突を回避することができるので、燃料の微粒化を促進することができる。したがって、燃焼室内における燃料の燃焼効率が向上し、排出される黒煙の発生を低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の噴孔からなる噴孔群、ならびに前記噴孔群の上流に弁座部を有するノズルボディと、前記ノズルボディに往復摺動自在に支持され、前記弁座部に着座可能な当接部を有し、前記弁座部に前記当接部が着座または前記弁座部から離座することにより燃料の流通または遮断を行うバルブニードルとを備え、1つの噴孔群から噴射される燃料は1つの噴霧を形成し、前記噴孔群から噴射される燃料の噴霧の形状は、前記噴孔群を構成する1つの特定噴孔と前記特定噴孔に最も近接している近接噴孔との間で、噴孔の内径と噴孔間の距離との関係、ならびに燃料の噴射方向を調整することにより設定されていることを特徴とする燃料噴射ノズル。

【請求項2】 前記噴孔群は、前記ノズルボディの周方向に1つまたは複数形成されていることを特徴とする請求項1記載の燃料噴射ノズル。

【請求項3】 前記噴孔群から噴射された噴霧は、前記噴霧の噴射方向に垂直な断面の形状が略円形状であることを特徴とする請求項1または2記載の燃料噴射ノズル。

【請求項4】 前記特定噴孔の外周部と前記近接噴孔の外周部との距離 L は、前記特定噴孔および前記近接噴孔の内径が異なる場合前記特定噴孔または前記近接噴孔のいずれか内径の大きい方の噴孔、または前記特定噴孔および前記近接噴孔の内径が同一の場合いずれか一方の噴孔の内径を D とすると、

$$L \leq 2 \times D$$

の関係であることを特徴とする請求項3記載の燃料噴射ノズル。

【請求項5】 前記噴孔群から噴射された噴霧は、前記噴霧の噴射方向に垂直な断面の形状が連円形状であることを特徴とする請求項1または2記載の燃料噴射ノズル。

【請求項6】 前記特定噴孔の外周部と前記近接噴孔の外周部との距離 L は、前記特定噴孔および前記近接噴孔の内径が異なる場合前記特定噴孔または前記近接噴孔のいずれか内径の大きい方の噴孔、または前記特定噴孔および前記近接噴孔の内径が同一の場合いずれか一方の噴孔の内径を D とすると、

$$2 \times D < L \leq 5 \times D$$

の関係であることを特徴とする請求項5記載の燃料噴射ノズル。

【請求項7】 前記特定噴孔の中心軸と前記近接噴孔の中心軸とは平行、または燃料上流側でなす角度 θ が

$$0^\circ < \theta \leq 15^\circ$$

であることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項記載の燃料噴射ノズル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関（以下、内燃機関を「エンジン」という）の燃料噴射ノズルに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、ノズルボディにバルブニードルを往復移動可能に收容し、バルブニードルの当接部がノズルボディに形成した弁座部に着座ならびに弁座部から離座することにより、噴孔から噴射する燃料を断続するエンジン用燃料噴射弁の燃料噴射ノズルが知られている。

【0003】このような燃料噴射ノズルにおいては、燃料消費量の低減、排気エミッション効率の向上、エンジン運転の安定性等の観点から、噴孔から噴射される「燃料の微粒化」が重要な要素である。特に、筒内直接噴射式エンジン用燃料噴射弁の燃料噴射ノズルの場合、噴霧を形成する燃料微粒子の粒径がエンジンから排出される黒煙に対し大きな影響をおよぼすため、「燃料の微粒化」は最も重要な要素の1つである。微粒化を促進する方法として、例えば噴孔径を小さくすることが考えられるが、噴孔径が小さくなると流路面積が小さくなり噴射率が低下するため、噴射期間が長くなり、逆に排出される黒煙が増加することが懸念される。

【0004】以上のような問題点の対策として、①特開平9-195893号公報、および②特開平8-240121号公報に開示されるように噴孔の総数を増加させ、適切な噴射率の確保を目的とした燃料噴射ノズルが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、①特開平9-195893号公報に開示される燃料噴射ノズルにおいては、径の大きな主噴孔と径の小さな副噴孔が形成されており、主噴孔および副噴孔で別々の噴霧を形成する。そのため、燃焼室内に形成される噴霧数が過剰となり、エンジンから排出される黒煙が増加することが懸念される。また、②特開平8-240121号公報に開示される燃料噴射ノズルにおいては、噴孔から噴射された噴霧同士を積極的に衝突させ、合体させることにより噴霧を適切な数に調節している。ところが、噴霧粒子を衝突させることにより、燃料微粒子の粒径が増大し、燃料の微粒化が阻害されていた。さらに、衝突により噴霧が有している運動量が減少するため、噴霧の貫徹力が低下し、エンジン燃焼室内全域に噴霧を分散させることができなかった。そのため、排出される黒煙を低減する効果が阻害されるという問題があった。

【0006】そこで、本発明の目的は、燃料の微粒化を阻害することなく、適切な噴霧数を確保し、かつ適用するエンジンの形状または性能に合わせて噴霧の形状を制御することにより、エンジンからの黒煙の排出を低減することができる燃料噴射ノズルを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の燃料噴射ノズルによると、1つの噴孔群から噴射される燃料は1つの噴霧を形成する。噴孔群から噴射される燃料の噴霧の形状は、噴孔群を構成する1つの特定噴孔と特定噴孔に最も近接する近接噴孔との間で、噴孔の内径と噴孔間の距離との関係、ならびに燃料の噴射方向が調整されることにより設定される。噴孔群を構成する噴孔間において上記の関係を規定することにより、噴孔群の複数の噴孔から噴射された燃料の噴霧は積極的な衝突を起こすことなく1つの噴霧を形成する。1つの噴霧を形成することにより、各噴孔から噴射された燃料は個々に噴霧を形成することがなく、エンジンの燃焼室内に形成される噴霧の数が過剰となることがない。また、各噴孔から噴射された燃料の噴霧が積極的な衝突を起こさないため、噴霧の粒子同士が合体し粒径が増大することがなく、燃料の微粒化が阻害されることはない。さらに、噴孔群の噴孔から噴射された燃料の噴霧の形状は制御することができるため、微粒化された燃料はエンジンの形状または性能に合わせて適切な形状の噴霧となってエンジンの燃焼室内に噴射される。したがって、燃料の微粒化は阻害されることがなく、かつ噴霧の数および噴霧の形状を適切な状態として確保することができる。そのため、噴霧はエンジン燃焼室内の空気と十分に混合されるので、燃料の完全燃焼が促進され、エンジンからの黒煙の排出を低減することができる。

【0008】本発明の請求項2記載の燃料噴射ノズルによると、噴孔群はノズルボディの周方向に1つまたは複数形成されているので、所望の噴霧の数に合わせて噴孔群を形成することができる。本発明の請求項3記載の燃料噴射ノズルによると、噴霧の噴射方向に対し垂直な断面の形状が略円形状であるので、噴霧の貫徹力を向上させることができる。したがって、貫徹力の大きな噴霧が要求される例えば大型、圧縮比が高い、またはスワールが大きなエンジンからの黒煙の排出を低減することができる。

【0009】本発明の請求項4記載の燃料噴射ノズルによると、噴孔群を構成する噴孔の噴孔径と噴孔間の距離との関係を規定することにより、噴射方向に対し垂直な断面が略円形状の噴霧を形成することができる。また、噴孔径と噴孔間の距離との関係を規定することにより、噴孔から噴射され噴霧を形成する燃料の微粒子同士は積極的な衝突を起こさない。そのため、噴霧の運動量が低下せず噴霧の貫徹力が向上する。したがって、微粒化を阻害することなく噴霧の貫徹力が向上するように噴霧の形状を制御することができるので、エンジンからの黒煙の排出を低減することができる。

【0010】本発明の請求項6記載の燃料噴射ノズルによると、噴霧の噴射方向に対し垂直な断面の形状が連円形状であるので、噴霧の表面積を拡大することができる。したがって、表面積の大きな噴霧が要求される例え

ば小型、圧縮比が低い、またはスワールが小さなエンジンからの黒煙の排出を低減することができる。

【0011】本発明の請求項7記載の燃料噴射ノズルによると、噴孔群を構成する噴孔の噴孔径と噴孔間の距離との関係を規定することにより、噴射方向に対し垂直な断面が連円形状の噴霧を形成する。また、噴孔径と噴孔間の距離との関係を規定することにより、噴孔から噴射され噴霧を形成する燃料の微粒子同士が積極的な衝突を起こすことなく噴霧の表面積を拡大させることができる。したがって、微粒化を阻害することなく噴霧の表面積が拡大するように噴霧の形状を制御することができる。本発明の請求項8記載の燃料噴射ノズルによると、各噴孔間の距離と各噴孔の中心軸がなす角度とを適切な値に組合わせることで、エンジンの特性に応じたさらに良好な噴霧の形状を確保することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を示す複数の実施例を図面に基づいて説明する。

(第1実施例) 本発明をディーゼルエンジン用の燃料噴射ノズルに適用した第1実施例を図1～図3に示す。図3に示す燃料噴射弁1は、図示しないディーゼルエンジンの燃焼室内に段階的に燃料を噴射する燃料噴射弁であって、ノズルホルダ20、リテーニングナット30、ディスタンスピース40、燃料噴射ノズル10からなる外郭形成部材を備えている。燃料噴射弁1は、ノズルホルダ20、ディスタンスピース40および燃料噴射ノズル10がリテーニングナット30により固定されている。

【0013】ノズルホルダ20は、燃料インレット23を有しており、軸方向に貫通する第1スプリング収容室21および第2スプリング収容室22が形成されている。燃料インレット23は、図示しない高圧ポンプから図示しない燃料配管が接続されており、高圧ポンプから燃料噴射ノズル10内に高圧燃料が供給されている。燃料インレット23の内部には燃料通路24が形成されている。

【0014】第1スプリング収容室21内には、第1スプリング211、スペーサ212およびバルブニードル50のフランジ部51が収容されている。第1スプリング211は、一方の端部がバルブニードル50のフランジ部51に当接し、他方の端部がスペーサ212に当接している。第1スプリング211はバルブニードル50を図3に示す下方向、つまり閉弁方向に付勢している。

【0015】第2スプリング収容室22内には、第2スプリング221、スペーサ222、スプリングキャップ223およびスプリング座224が収容されている。第2スプリング221は、一方の端部がスプリング座224に当接し、他方の端部がスペーサ222に当接している。スペーサ222はスプリングキャップ223に当接し、スプリングキャップ223は第2スプリング収容室22の内壁に形成された段差部225に当接しているの

で、第2スプリング221はスプリング座224をディスタンスピース40に押付ける方向に付勢している。

【0016】ディスタンスピース40は縮径部41を有しており、ディスタンスピース40内にはスペーサ42が設けられている。このスペーサ42と縮径部41との距離でバルブニードル50の最大リフト量が規制される。また、スペーサ42とスプリング座224との距離で初期リフト量が規制される。燃料噴射弁1の噴孔群側に燃料噴射ノズル10が設けられており、燃料噴射ノズル10は、ノズルボディ11と、このノズルボディ11の内部に軸方向に往復摺動可能に収容されるバルブニードル50とから構成される。

【0017】ノズルボディ11は有低の中空円筒形状であって、内部に案内孔12、弁座部13、噴孔群60、燃料通路孔14、燃料溜り15、燃料供給孔16が形成されている。案内孔12はノズルボディ11の内部に軸方向に延びており、他方の端部側が燃料溜り15に接続している。案内孔12の内壁は、ノズルボディ11の開口端17から燃料溜り15の近傍まで概略同一内径に形成されている。

【0018】図1に示すように、弁座部13は略円錐面を有し、大径側の一端が燃料通路孔14に連通している。この弁座部13にバルブニードル50の当接部59が当接可能である。噴孔群60は、図2に示すように2個の噴孔から構成されており、ノズルボディ11の周方向に噴孔群60として複数形成されている。図1に示すように噴孔はノズルボディ11の弁座部13近傍にノズルボディ11の内外を連通するように形成されており、弁座部13側の内壁面に噴孔の燃料入口が開口している。

【0019】図3に示すように、燃料通路孔14はノズルボディの内部に軸方向に延びており、一方の端部が弁座部13に接続しており、他方の端部側が燃料溜り15に接続している。燃料溜り15は、案内孔12と燃料通路孔14とを接続する内壁に環状に形成されている。燃料溜り15には、外部から燃料を供給する燃料供給孔16が接続されている。燃料供給孔16は、ノズルボディ11の軸方向に対し傾斜した状態で形成されている。ノズルボディ11内部の先端部には、袋穴部18が形成されている。袋穴部18は、円柱部と半球部とが組み合わされた形状に形成されている。

【0020】バルブニードル50は、中実円柱形状であって、フランジ部51、拡径部52、首部53、摺動部54、柱部55、第1円錐台部56、第2円錐台部57、および円錐部58を有している。バルブニードル50の反噴孔側端部にフランジ部51が形成されており、フランジ部51には第1スプリング211の一方の端部が当接している。フランジ部51が接続される拡径部52の外径はスプリングキャップ223およびスプリング座224の内径よりも僅かに小さく、首部53に接続し

ている。首部53は、一端が拡径部52に接続し、他端が摺動部54に接続しており、首部53の外径はスペーサ42の内径よりも僅かに小さい。

【0021】摺動部54は外径が同一であり、クリアランスを介して案内孔12に遊嵌合し、軸方向に往復移動可能である。摺動部54は一端が首部53に接続し、他端が第1円錐台部56に接続している。第1円錐台部56は大径側の一端が摺動部54に接続し、小径側の他端が柱部55に接続している。柱部55は外径が同一径であり、軸方向に往復移動可能である。柱部55は一端が第1円錐台部56に接続し、他端が第2円錐台部57に接続している。第2円錐台部57は大径側の一端が柱部55に接続し、小径側の他端が円錐部58に接続している。第2円錐台部57と円錐部58との接続部分は円形状であり、この円形状の部分が閉弁時に弁座部13と当接する当接部59である。閉弁時、当接部59が弁座部13に着座することにより、噴孔からの燃料の噴射が遮断される。

【0022】次に、噴孔群60について詳細に説明する。図1および図2に示すように、噴孔群60は第1噴孔601および第2噴孔602の2個の噴孔から構成されている。第1噴孔601および第2噴孔602は、ノズルボディ11の内壁面から外壁面へ貫通している。各噴孔はノズルボディ11の内壁面に開口している燃料入口から外壁面に開口している燃料出口までほぼ同一内径の円管状である。第1噴孔601の内径および第2噴孔602の内径は、同一であっても異なってもよい。

【0023】噴孔群60を構成する噴孔は、次の条件が成立するように形成されている。噴孔の燃料出口側つまりノズルボディ11の外壁面において、噴孔群を形成するある噴孔Aの外周部とある噴孔から最も近接する噴孔Bの外周部間との最短距離をL、噴孔Aまたは噴孔Bのいずれか内径の大きい噴孔の内径（内径が同一の場合、噴孔Aまたは噴孔Bのいずれか一方の内径）をD、噴孔Aの中心軸と噴孔Bの中心軸とが燃料上流側でなす角度を θ とする。

【0024】このとき、噴孔Aと噴孔Bの間には、

条件① $L \leq 2 \times D$

条件② $2 \times D < L \leq 5 \times D$

条件③ 噴孔Aの中心軸と噴孔Bの中心軸とが平行

条件④ $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$

のうち、条件①または条件②のいずれかが成立するように、かつ条件③または条件④のいずれかが成立するように噴孔Aおよび噴孔Bは形成されている。

【0025】上記の条件①または条件②は、燃料噴射ノズル10を適用するエンジンの性能または形状により選択される。すなわち、エンジンは噴射される燃料の噴霧と噴霧の周囲の空気とが効率よく混合される必要がある。例えば、大型、圧縮比が高い、またはスワールが大きなエンジンの場合、燃料噴射ノズル10から遠方にあ

る空気と噴射された噴霧とを混合させるため、貫徹力が大きな噴霧を形成する必要がある。一方、小型、圧縮比の低い、またはスワールの小さなエンジンの場合、燃料噴射ノズル10の近傍で空気と噴霧とを混合させるため、噴霧と空気との接触面積、すなわち表面積が大きな噴霧を形成する必要がある。

【0026】したがって、貫徹力の大きな噴霧を形成する場合、噴霧の噴射方向に垂直な断面が円形状であり、噴孔群の複数の噴孔から噴射される燃料が1つの噴霧を形成することが好ましい。一方、表面積が大きな噴霧を形成する場合、噴霧の噴射方向に垂直な断面が連円形状であり、かつ噴孔群の複数の噴孔から噴射される燃料が1つの噴霧を形成することが好ましい。

【0027】そこで、上記の条件を導き出した理由を以下に説明する。図4は、噴孔群60を構成する第1噴孔601と第2噴孔602とが平行に形成されているとき、内径の大きい方の噴孔の内径Dに対する噴孔間の最短距離Lの比 L/D が燃料微粒子の粒径と噴霧の断面形状に対しおよぼす影響を示している。

【0028】図4に示すように、噴孔群60から噴射され、噴霧を形成する燃料微粒子の粒径は、 L/D の値に関係なくほぼ一定である。つまり、各噴孔間の距離は燃料の微粒化には大きな影響をおよぼさないことを示している。これに対し、 L/D の値が大きくなるにしたがって噴孔間の距離が大きくなるため、噴霧の断面が単一の円形状から単一の連円形状を経て2つの円形状へと変化する。 $5 < L/D$ となると、1つの噴孔群から噴射される噴霧が2つ以上となってしまい、噴霧の数が過剰となってしまい、貫徹力の大きな噴霧の場合、断面が円形状で単一の噴霧が好ましいため、噴霧の形状を確保するためには、図4に示すように L/D の値が2以下となればよい。したがって、 $L \leq 2 \times D$ という条件②が導かれる。

【0029】これに対し、表面積の大きな噴霧の場合、断面は上述のように連円形状で単一の噴霧が好ましいため、適切な噴霧の形状を確保するためには図4に示すように L/D の値が2から5の範囲にあればよい。したがって、 $2 \times D < L \leq 5 \times D$ という条件③が導かれる。

【0030】次に、噴孔の中心軸同士が燃料上流側でなす角度について説明する。図5は、噴孔群60を構成する第1噴孔601と第2噴孔602とを例えば $L/D=1$ に設定したとき、第1噴孔601の中心軸と第2噴孔602の中心軸とが燃料上流側でなす角度 θ が燃料微粒子の粒径と噴霧の断面形状におよぼす影響を示している。

【0031】図5に示すように $\theta < 0^\circ$ のとき、断面が円形状の単一の噴霧となり貫徹力の大きな噴霧としては好ましい形状である。しかし、各噴孔から噴射された噴霧の燃料微粒子同士が衝突するため、燃料微粒子の粒径が大きくなり微粒化が阻害され、かつ噴霧の衝突によ

て噴霧の運動量が低下し噴霧の貫徹力が低下する。また、 $15^\circ < \theta$ の場合、燃料は十分に微粒化されるが、噴霧の断面の形状が1つの円形とならず、噴霧の数が2つ以上となってしまい、

【0032】 $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ のとき、断面が円形状の単一の噴霧となり貫徹力の大きな噴霧が得られる。このとき、各噴孔から噴射された噴霧同士は積極的な衝突を起こすことがないため、燃料の微粒化が阻害されることはない。また、 $5^\circ < \theta \leq 15^\circ$ のとき、断面が連円形状の単一の噴霧となり、表面積の大きな噴霧が得られる。したがって、 θ の範囲として好ましいのは、 $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$ ということになる。

【0033】また、第1噴孔601の中心軸と第2噴孔602の中心軸とが平行の場合も、例えば $L/D=1$ のときは断面が円形状の単一の噴霧を形成する。図5は L/D の設定値の一例として $L/D=1$ のときの θ と噴霧の形状との関係を示している。 θ と L とは相関するため、 L が変化すると所定の形状の噴霧を形成するための θ の範囲は変化する。しかし、 $\theta < 0^\circ$ 、または $15^\circ < \theta$ のとき、 L を変化させても噴霧は所望の形状、ならびに所望の粒径とはならない。したがって、第1噴孔601の中心軸および第2噴孔602の中心軸が平行、またはそれらが燃料上流側でなす角度 θ が $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$ であればよい。

【0034】なお、 L/D および θ と噴霧の形状との関係について図6に示す。図6では、 L/D を横軸および θ を縦軸として、円形状の噴霧断面が得られる領域、ならびに連円形状の噴霧断面が得られる領域を示している。図6に示すように、円形状の噴霧断面が得られる領域において、上記に述べた第1噴孔601の中心軸と第2噴孔602の中心軸とが燃料上流側でなす角度 θ が最大、すなわち $\theta=5^\circ$ のとき、 L/D が約1.5よりも大きくなると、2つの噴孔から噴射されこの θ および L/D に基づいて形成される噴霧断面の形状は、連円形状となる。

【0035】また、連円形状の噴霧断面が得られる領域において、2つの噴孔の中心軸のなす角度 θ が最大、すなわち $\theta=15^\circ$ のとき、 L/D が約3.5よりも大きくなると、2つの噴孔から噴射されこの θ および L/D に基づいて形成される噴霧断面の形状は、連円形状とはならず、2つの円形状となる。

【0036】上記のように、 θ および L/D の相互の関係により、円形状および連円形状の噴霧断面が得られる領域は、図6に示すようになる。なお、燃料噴射ノズルからディーゼルエンジンの燃焼室へ燃料を噴射する圧力（すなわち、上記の図示しない高圧ポンプから供給される燃料の圧力にほぼ等しい。）が一般的なエンジンの運転状態で使用される圧力範囲（例えば20MPa～180MPa）にある場合、どのような燃料圧力であっても、 θ および L/D を図6に示す各領域を満たすように

第1噴孔601および第2噴孔602を形成することにより、所望の噴霧断面の形状を得ることが可能となる。

【0037】次に、上記構成の燃料噴射弁1の作動について説明する。

(1) 高圧ポンプから所定量の燃料が所定の時期に圧送され、高圧燃料が燃料配管を経由して燃料インレット23に供給される。この高圧燃料は、燃料通路24、燃料供給孔16、燃料溜り15を経由して燃料通路孔14に蓄えられる。燃料通路孔14内の燃料圧力が増大し、この圧力によりバルブニードル50に作用する力が第1スプリング211の付勢力よりも大きくなると、バルブニードル50は図3の上方にリフトし、弁座部13から当接部59が離間して開弁する。そして燃料が弁座部13と当接部59との間の開口部を通して噴孔から噴射される。

【0038】(2) 燃料通路孔14内の燃料圧力がさらに増大すると、バルブニードル50のリフト量が増大し、スペーサ42がスプリング座224に当接する。この状態がバルブニードル50の初期リフト状態である。そして、燃料通路孔14内の燃料圧力によりバルブニードル50に作用する力が第1スプリング211の付勢力と第2スプリング221の付勢力との和よりも大きくなると、スペーサ42がディスタンスピース40の縮径部41に当接し、バルブニードル50はフルリフト状態に達する。

【0039】(3) 高圧ポンプの燃料圧送が終わりに近づくとき、燃料通路孔14の燃料圧力が低下し、燃料通路孔14内の燃料圧力によりバルブニードル50に作用する力が第1スプリング211および第2スプリング221の付勢力の和よりも小さくなると、バルブニードル50が図3の下方に移動し、当接部59が弁座部13に着座して燃料噴射を終了する。

【0040】第1実施例では、噴孔群60を構成する第1噴孔601および第2噴孔602を上述の条件が成立するように形成することにより、噴孔群60から噴射される噴霧の形状を制御することができる。そのため、エンジンの性能、またはエンジンの形状に応じた噴霧を形成できるとともに、燃料の微粒化を促進することができる。

【0041】また、条件①が成立する場合、噴霧同士の衝突を回避することができるので、噴霧の運動量が確保され、貫徹力を向上することができる。一方、条件②が成立する場合、噴霧の内部に取り込まれる空気の量が増大し、燃料と空気との混合を促進することができる。

【0042】さらに、条件①または条件②で設定した噴孔径Dと噴孔の外周部間の距離Lとの関係、ならびに条件③または条件④で設定した各噴孔の中心軸がなす角度 θ を組み合わせることで、噴孔群60から噴射される噴霧の形状を貫徹力を増大した噴霧、または表面積を拡大した噴霧などに制御することができる。これによ

り、燃料噴射ノズルを適用するエンジンに適した形状の噴霧を形成することができる。したがって、燃焼室内における燃料の燃焼効率が向上し、黒煙の排出を低減することができる。

【0043】(第2実施例) 本発明の第2実施例を図7に示す。第1実施例と実質的に同一構成部分に同一符号を付し、説明を省略する。第2実施例では、図7に示すように噴孔群61を構成する第1噴孔611の内径を D_1 、第2噴孔612の内径を D_2 、ならびに第1実施例の条件①または条件②を満たすような噴孔間の距離をLとすると、第2噴孔612の中心軸は第1噴孔611の中心軸を中心とした半径 $R = (D_1/2 + L + D_2/2)$ の円上に配置されている。例えば、図7に示すように第2噴孔は、612a、612b、612cの位置などに配置することができる。

【0044】また、図7に示すような場合であっても、第1噴孔611および第2噴孔612の各中心軸が燃料上流側でなす角度 θ は第1実施例と同様に条件③または条件④に示すとおりである。

【0045】第2実施例では、第1噴孔611の中心軸を中心に半径Rの円上に第2噴孔612の中心軸を配置することができるので、噴霧の形状だけでなく、噴霧の形成位置を制御することができる。

【0046】(第3実施例) 本発明の第3実施例を図8に示す。第1実施例と実質的に同一構成部分に同一符号を付し、説明を省略する。第3実施例では、噴孔群62が第1噴孔621、第2噴孔622および第3噴孔623の3つの噴孔から構成されている。各噴孔の中心軸を結ぶ線は、図8に示すように不等辺の三角形である。

【0047】第1噴孔621の場合、最も近接する第2噴孔622との間に第1実施例で示した条件①または条件②が成立するように形成されている。また、第2噴孔622の場合、最も近接する第3噴孔623との間に条件①または条件②が成立するように形成されている。同様に第3噴孔623の場合、最も近接する第2噴孔622との間に条件①または条件②が成立するように形成されている。さらに、第1噴孔621と第3噴孔623はそれぞれ最も近接する関係ではないものの、条件①または条件②が成立するように形成されている。また、第1噴孔621、第2噴孔622および第3噴孔623は、各噴孔間で第1実施例と同様に条件③または条件④が成立するように形成されている。

【0048】第3実施例では、噴孔群62を構成する噴孔の数が3個の場合であっても所望の形状の単一の噴霧を形成することができる。第3実施例では、各噴孔の中心軸が不等辺の三角形を形成するように各噴孔が配置されている。しかし、各噴孔の中心軸が正三角形を形成するように各噴孔を配置してもよい。

【0049】(第4実施例) 本発明の第4実施例による燃料噴射ノズルを図9に示す。第1実施例と実質的に同

一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。
第4実施例では、図9に示すように噴孔群63は第1噴孔631、第2噴孔632および第3噴孔633の3個の噴孔から構成され、燃料噴射ノズルの軸方向に直列に形成されている。すなわち、第1噴孔631、第2噴孔632および第3噴孔633の中心が一直線上となるように形成されている。各噴孔の中心軸間の間隔は、等間隔であっても等間隔でなくてもよい。

【0050】図9に示すように、第1噴孔631に最も近接するのは第2噴孔632である。したがって、第1噴孔631は、第2噴孔632との間に第1実施例に示した条件①または条件②が成立するように形成されている。同様に、第2噴孔632に最も近接するのは第3噴孔633である。したがって、第2噴孔632は、第3噴孔633との間に上述の条件①または条件②が成立するように形成されている。

【0051】一方、第1噴孔631と第3噴孔633とは最も近接の関係ではないため、第1噴孔631と第3噴孔633との間には上記の条件①または条件②が成立していない。また、第1噴孔631と第2噴孔632との間、第2噴孔632と第3噴孔633との間には、第1実施例と同様に条件③または条件④が成立するように第1噴孔631、第2噴孔632および第3噴孔633が形成されている。

【0052】第4実施例では、噴孔群63を構成する噴孔を燃料噴射ノズル10の軸方向に直線的に複数配置することができる。また、第4実施例では、噴孔群63を構成する噴孔を軸方向に直線的に配置しても、所望の形状の単一の噴霧を形成することができる。

【0053】(第5実施例) 本発明の第5実施例による燃料噴射ノズルを図10に示す。第1実施例と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。第5実施例では、図10に示すように噴孔群64は第1噴孔641、第2噴孔642、第3噴孔643および第4噴孔644の4個の噴孔から構成されている。すなわち、第1噴孔641、第2噴孔642、第3噴孔643および第4噴孔644の中心を結ぶ直線が四辺形となるように形成されている。

【0054】第5実施例では、最も近接する噴孔間で第1実施例に示した条件①または条件②、ならびに条件③または条件④が成立するように形成されているとともに、四辺形の各辺の両端部に位置する噴孔間で上記の条件が成立するように形成されている。

【0055】図10に示すように、第1噴孔641に最も近接するのは第2噴孔642である。したがって、第1噴孔641および第2噴孔642は、両噴孔間に第1実施例で示した条件①または条件②が成立するように形成されている。また、最も近接の関係ではないものの、四辺形の辺の端部同士である第1噴孔641と第4噴孔644とは、各噴孔間に条件①および条件②が成立する

ように形成されている。

【0056】第1噴孔641の場合と同様に、第2噴孔642と第1噴孔641および第3噴孔643、第3噴孔643と第2噴孔642および第4噴孔644、ならびに第4噴孔644と第3噴孔643および第1噴孔641とは、条件①または条件②が成立するように形成されている。ただし、第1噴孔641と第3噴孔643、ならびに第2噴孔642と第4噴孔644とは四辺形の両端部同士ではないため、条件①または条件②が成立しない。

【0057】また第1実施例と同様に、第1噴孔641と第2噴孔642および第4噴孔644、第2噴孔642と第1噴孔641および第3噴孔643、第3噴孔643と第2噴孔642および第4噴孔644、ならびに第4噴孔644と第3噴孔643および第1噴孔641とは、条件③または条件④が成立するように形成されている。

【0058】第5実施例では、噴孔群64を構成する噴孔の数が4個の場合であっても所望の形状の単一の噴霧を形成することができる。第5実施例では、各噴孔の中心軸が不等辺の四辺形を形成するように各噴孔が配置されている。しかし、各噴孔の中心軸が等辺の四辺形を形成するように各噴孔を配置してもよい。

【0059】(第6実施例) 本発明の第6実施例による燃料噴射ノズルを図11に示す。第1実施例と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。第6実施例では、図11に示すように第1噴孔651aおよび第2噴孔651bからなる規定噴孔群651と噴孔652とが形成され、規定噴孔群651と噴孔652とが噴孔群65を構成している。規定噴孔群651を構成する噴孔から噴射される燃料は、1つの噴霧を形成する。

【0060】規定噴孔群651を構成する第1噴孔651aと第2噴孔651bとの間には、第1実施例で示した条件①または条件②が成立するように第1噴孔651aおよび第2噴孔651b形成されている。これに対し、噴孔652と規定噴孔群651を構成する第1噴孔651aおよび第2噴孔651bとの間では、条件①または条件②が成立しない。すなわち、条件①または条件②が成立するように形成された規定噴孔群651と、これらの条件とは無関係に形成された噴孔652とから噴孔群65が構成されている。

【0061】例えば、ノズルボディ11の周方向に噴孔群65を5個配置する場合、図12に示すように72°の間隔で規定噴孔群651および噴孔652からなる噴孔群65が配置されている。また、第1実施例と同様に規定噴孔群651を構成する第1噴孔651aと第2噴孔652bとは、条件③または条件④が成立するように形成されている。

【0062】第6実施例では、条件①または条件②、な

らびに条件③または条件④が成立するように複数の噴孔が形成されている規定噴孔群651と、それらの条件を満たしていない噴孔652とを1つの噴孔群65として形成している。したがって、噴孔群65を構成する噴孔にすべてに条件①または条件②、ならびに条件③または条件④を適用する必要がないので、噴孔群65の形成が容易になり、製造コストを低減することができる。第6実施例では、規定噴孔群651を構成する噴孔を2個としたが、規定噴孔群651を構成する噴孔は2個以上であつてもよい。

【0063】(第7実施例) 本発明の第7実施例による燃料噴射ノズルを図13に示す。第7実施例では、第6実施例と同様にノズルボディ11の外周部に第1噴孔661および第2噴孔662からなる噴孔群66と噴孔663とが形成されている。噴孔群661および噴孔662に成立すべき条件は、第6実施例と同様である。すなわち、噴孔群66の第1噴孔661と第2噴孔662とは、各噴孔間に第1実施例で示した条件①または条件②、ならびに条件③または条件④が成立する。しかし、噴孔群66の第1噴孔661および第2噴孔662と噴孔663との間には、上記の条件が成立しない。また、噴孔群66を構成する各噴孔から噴射される燃料は、単一の噴霧を形成する。

【0064】第7実施例では噴孔群66と噴孔663とが周方向に所定の間隔で配置されており、規定噴孔群と噴孔とにより噴孔群を構成している第6実施例と異なる。例えば、図13に示すように噴孔群66と噴孔663とを周方向に60°の間隔で交互に形成することができる。また、図14に示すように噴孔群66と噴孔663とを周方向に60°の間隔で規則的に配置することもできる。

【0065】第7実施例では、燃料噴射ノズル10を適用するエンジンの形状、性能に合わせて噴孔群66および噴孔663の配置を変更することができる。第7実施例では、噴孔群66を構成する噴孔を2個としたが、噴孔群66を構成する噴孔は2個以上であつてもよい。

【0066】(第8実施例) 本発明の第8実施例による燃料噴射ノズルを図15に示す。第1実施例と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。第8実施例は、噴孔群67が形成されている部位が第1実施例から第7実施例までと異なる。第8実施例では、弁座部13近傍に噴孔群が形成されている第1実施例から第7実施例までと異なり、図15に示すように袋穴部18に噴孔群67を構成する噴孔671、672の噴孔入口が開いている。

【0067】(第9実施例) 本発明の第9実施例による燃料噴射ノズルを図16に示す。第1実施例と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。第9実施例は、袋穴部19の形状が第1実施例から第8実施例までと異なる。第9実施例では、袋穴部19

が円錐台部と半球部とを組み合わせた形状であり、第8実施例と同様に袋穴部19に噴孔群68の噴孔入口部が開いている。すなわち、袋穴部が円柱部と半球部とを組み合わせた形状である第1実施例から第8実施例までとは異なる。

【0068】(第10実施例) 本発明の第10実施例による燃料噴射ノズルを図17および図18に示す。第10実施例は、噴孔の燃料入口を直接バルブニードルで開閉し、燃料を流通、または遮断する形態の燃料噴射ノズルに本発明を適用したものである。

【0069】燃料噴射ノズル80は、図示しないリテーニングナットにより図示しないノズルホルダに固定されている。図17に示すように、燃料噴射ノズル80は、ノズルボディ81と、ノズルボディ81の内部に軸方向に往復移動可能に収容されるバルブニードル90とから構成される。ノズルボディ81は、内部に案内孔82、燃料供給孔84、燃料溜り85が形成され、先端部の近傍に噴孔群83が形成されている。また、ノズルボディ81は、案内孔82の先端部にバルブニードル90の当接部97と当接する弁座部87を有している。

【0070】案内孔82は、ノズルボディ81の内部に軸方向に延びており、一方の端部がノズルボディ81の開孔端88に接続しており、他方の端部側に弁座部87が設けられている。案内孔82の内壁は、ノズルボディ81の開孔端88近傍から弁座部87近傍まで概略同一内径に形成されている。燃料供給孔84は、ノズルボディ81の軸方向に傾斜して形成されており、一端は燃料溜り85に接続され、他端は図示しない高圧ポンプに接続される図示しない高圧燃料通路に接続されている。

【0071】バルブニードル90は、ノズルボディ81の案内孔82内を往復移動可能である。図18に示すように、バルブニードル90は小径部91、大径部92、シール部93を有しており、内部に燃料通路室94、燃料通路孔95が形成されている。また、バルブニードル90の外壁面の一部は、余剰となった燃料をノズルボディ81の燃料溜り85へ給送するための燃料通路96が形成されている。バルブニードル90の先端は、弁座部87と当接する当接部97を有している。

【0072】バルブニードル90は、図示しないノズルプレッシャピンなどを介して図示しない付勢手段により図17の下方、つまり閉弁方向に付勢されている。バルブニードル90の燃料通路96が形成されている部分以外の外壁面、およびシール部93は、ノズルボディ81の案内孔82の内壁面と摺動可能な摺動面を形成している。

【0073】図18に示すように、案内孔82の内壁面に形成されている噴孔群83の燃料入口は、バルブニードルの外周端部901によって直接開閉される。当接部97が弁座部87に着座すると、外周端部901が噴孔群83の燃料入口を閉塞するため噴孔群83の燃料の流

通が遮断される。また、当接部97が弁座部87から離座すると、外周端部901が噴孔の燃料入口を開放するため噴孔群83の燃料の流通が行われる。

【0074】図18に示すように、噴孔群83は同一径または径の異なる第1噴孔831および第2噴孔832の2個の噴孔を有しており、ノズルボディ81の内外を連通するようにノズルボディ81の周方向に複数形成されている。噴孔は、案内孔82の内壁面に入口部が開口している。噴孔群83には、上述の第1実施例～第7実施例で説明したいずれかの噴孔配置が適用される。

【0075】次に、上記のように構成された第10実施例の燃料噴射ノズルの作動について説明する。

(1) 高圧ポンプから所定量の燃料が所定の時期に圧送され、高圧燃料が燃料配管を經由して図17に示す燃料供給孔84に供給される。この高圧燃料は、バルブニードル90の燃料通路室94を經由して燃料通路孔95に蓄えられる。燃料通路孔95内の燃料圧力が増大し、この圧力によりノズルボディ81の弁座部87に作用する力が付勢手段の付勢力よりも大きくなると、バルブニードル90は図17の上方にリフトし、弁座部87から当接部97が離間する。そして、バルブニードル90の外周端部901は第2噴孔832の燃料入口側を開放し、燃料は弁座部87と当接部97との間を通過して第2噴孔832から燃焼室内へ噴射される。

【0076】(2) 図18に示すように、バルブニードル90のリフト量が小さいとき、弁座部87と当接部97との間の開口部は第2噴孔832と連通し、燃料は第2噴孔832からのみ噴射される。

(3) 燃料通路孔95の燃料圧力がさらに増大すると、バルブニードル90のリフト量が増大する。バルブニードル90のリフト量が大きくなると、当接部97の外周端部901は第1噴孔831の燃料入口側も開放し、弁座部87と当接部97との間の開口部は第2噴孔832だけでなく、第1噴孔831とも連通する。そして、燃料は第1噴孔831および第2噴孔832から噴射される。

【0077】(4) 高圧ポンプの燃料圧送が終わりに近づくと、燃料通路孔95の燃料圧力が低下し、付勢手段の付勢力によりバルブニードル90が図17の下方に移動し、当接部97が弁座部87に着座する。そして、当接部97の外周端部901は第1噴孔831および第2噴孔832の燃料入口側を閉塞し、燃料噴射を終了する。

【0078】第10実施例では、バルブニードル90のリフト量に応じて開口する噴孔の数、開口面積が変化する。したがって、バルブニードル90のリフト量に応じて噴霧の形状、噴霧の量を可変とすることができる。そのため、黒煙の発生を低減できるだけでなく、エンジンの負荷に応じて燃料の噴霧特性を制御することができる。

【0079】以上複数の実施例では、弁座部に噴孔群が形成されている燃料噴射ノズル、およびバルブニードルで直接噴孔の燃料入口を開閉する燃料噴射ノズルに本発明の燃料噴射ノズルを適用したが、ノズルボディの先端部に噴孔を形成した燃料噴射ノズル、あるいは噴孔の燃料出口を開閉する燃料噴射ノズルなど他の形態の燃料噴射ノズルにも本発明の燃料噴射ノズルを適用することができる。

【0080】また、以上の複数の実施例では、燃料自身の圧力によりバルブニードルがリフトする形態の燃料噴射ノズルに本発明の燃料噴射ノズルを適用したが、ソレノイドなどを用いて電氣的にバルブニードルを直接的あるいは間接的に駆動する燃料噴射弁に本発明の燃料噴射ノズルを適用することができる。また、ディーゼルエンジン用の燃料噴射ノズルに本発明の燃料噴射ノズルを適用したが、ガソリンエンジン用の燃料噴射弁に本発明の燃料噴射ノズルを適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による燃料噴射ノズルの主要部を示す断面図である。

【図2】本発明の第1実施例による燃料噴射ノズルを図1のII方向から見た矢視図である。

【図3】本発明の第1実施例による燃料噴射ノズルを適用した燃料噴射弁を示す断面図である。

【図4】噴孔群を構成する2個の噴孔において、各噴孔の中心軸が平行であるとき、 (L/D) の値が噴霧の粒径、噴霧断面の表面積および噴霧断面形状におよぼす影響を示す図である。

【図5】噴孔群を構成する2個の噴孔において、 $(L/D)=1$ のとき、 θ が噴霧の粒径および噴霧断面形状におよぼす影響を示す図である。

【図6】噴孔群を構成する2個の噴孔において、 L/D と θ との相互の関係によって得られる噴霧断面形状の領域を示す図である。

【図7】本発明の第2実施例による燃料噴射ノズルの噴孔群を構成する噴孔の位置関係を示す模式図である。

【図8】本発明の第3実施例による燃料噴射ノズルであって、(A)は主要部の側面図、(B)は噴孔群を拡大した模式図である。

【図9】本発明の第4実施例による燃料噴射ノズルであって、(A)は主要部の側面図、(B)は噴孔群を拡大した模式図である。

【図10】本発明の第5実施例による燃料噴射ノズルであって、(A)は主要部の側面図、(B)は噴孔群を拡大した模式図である。

【図11】本発明の第6実施例による燃料噴射ノズルであって、(A)は主要部の側面図、(B)は噴孔群を拡大した模式図である。

【図12】本発明の第6実施例による燃料噴射ノズルの噴孔群が形成された外周面を展開した模式図である。

【図13】本発明の第7実施例による燃料噴射ノズルの噴孔群が形成された外周面を展開した模式図である。

【図14】本発明の第7実施例による燃料噴射ノズルの噴孔群が形成された外周面を展開した模式図である。

【図15】本発明の第8実施例による燃料噴射ノズルの主要部を示す断面図である。

【図16】本発明の第9実施例による燃料噴射ノズルの主要部を示す断面図である。

【図17】本発明の第10実施例による燃料噴射ノズルの主要部を示す断面図である。

【図18】本発明の第10実施例による燃料噴射ノズルを示し噴孔群近傍を拡大した断面図である。

【符号の説明】

1 燃料噴射弁

10 燃料噴射ノズル

11 ノズルボディ

13 弁座部

50 バルブニードル

59 当接部

60、61、62、63、64、65、66、67、6

8 噴孔群

80 燃料噴射ノズル

81 ノズルボディ

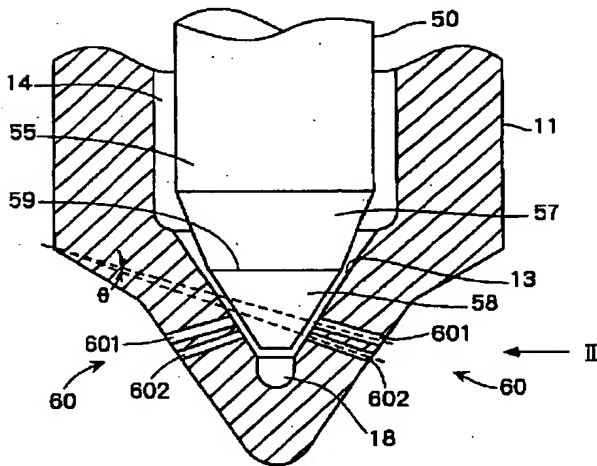
83 噴孔群

90 バルブニードル

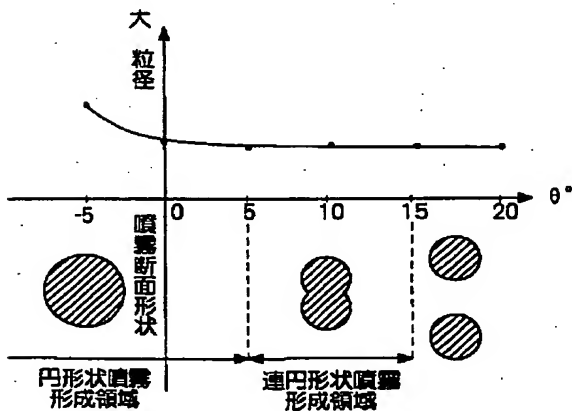
97 当接部

87 弁座部

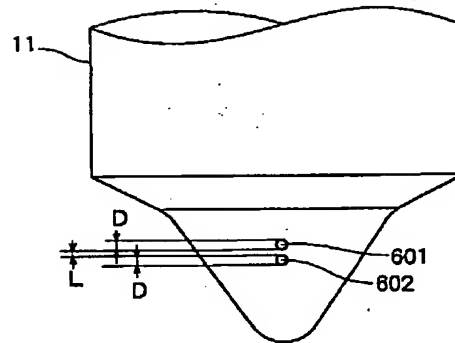
【図1】



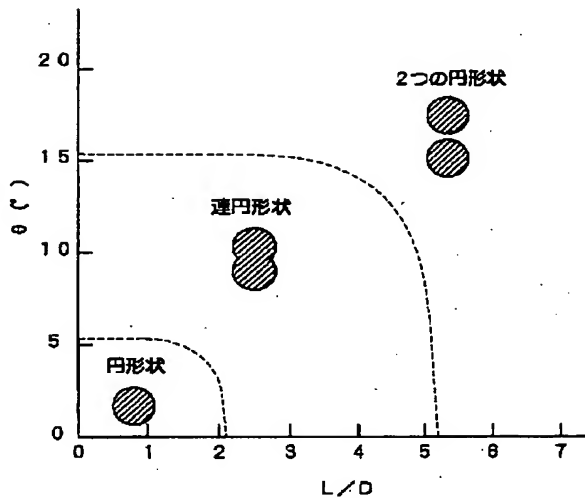
【図5】



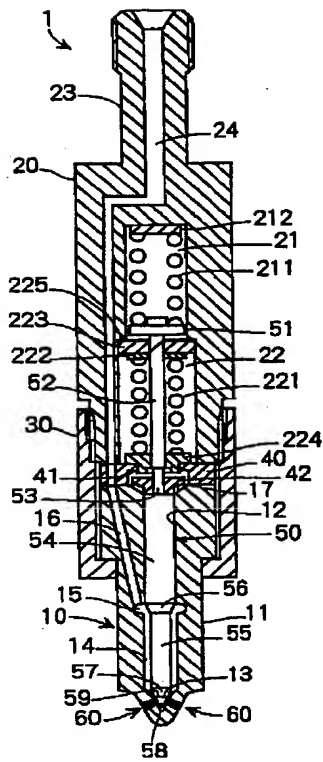
【図2】



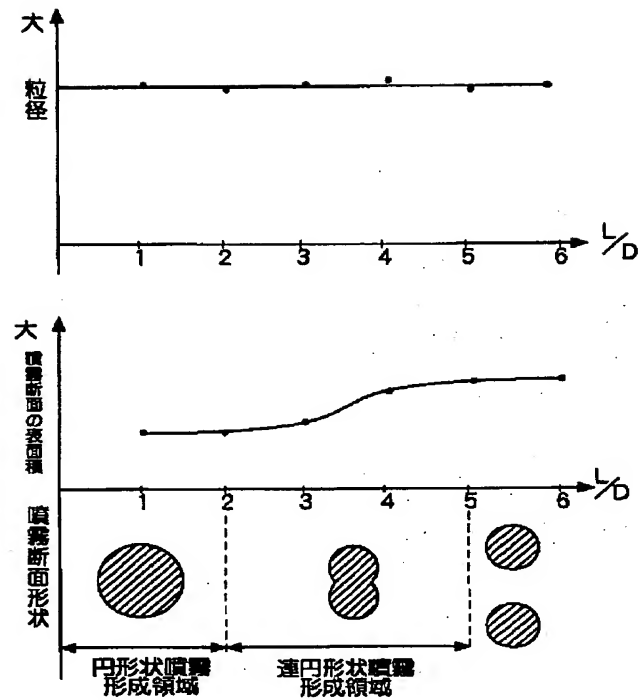
【図6】



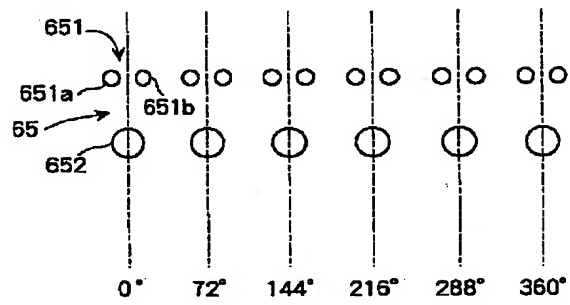
【図3】



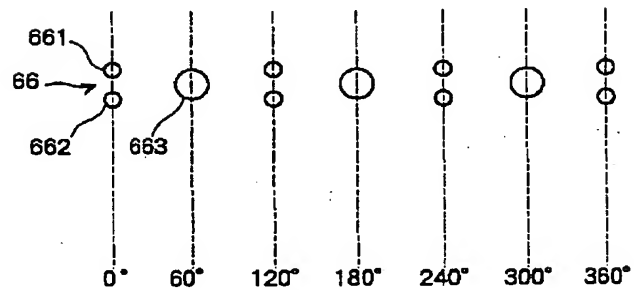
【図4】



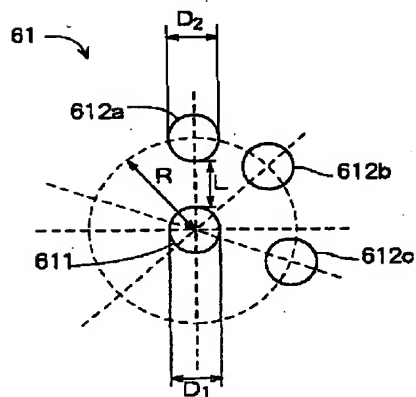
【図12】



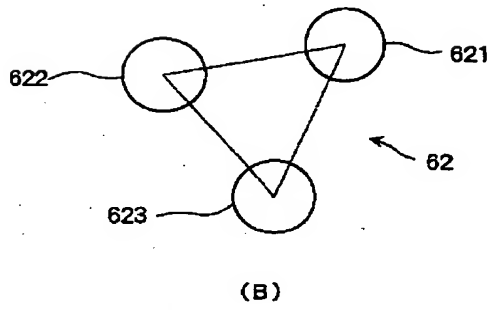
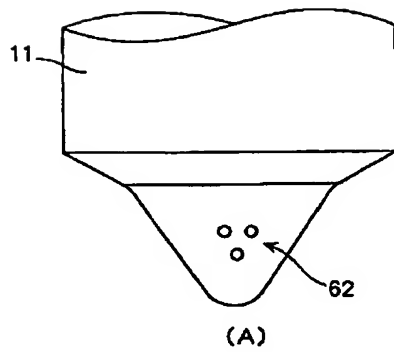
【図13】



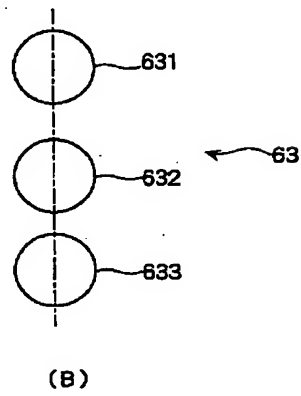
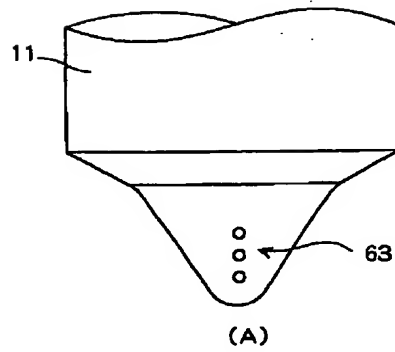
【図7】



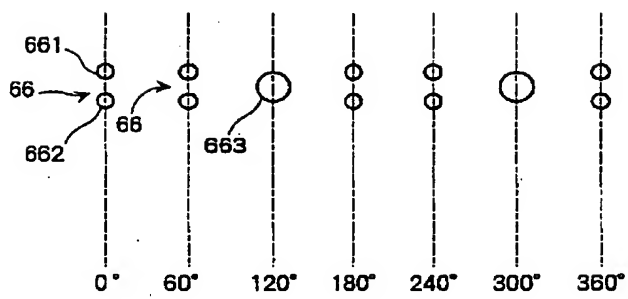
【圖8】



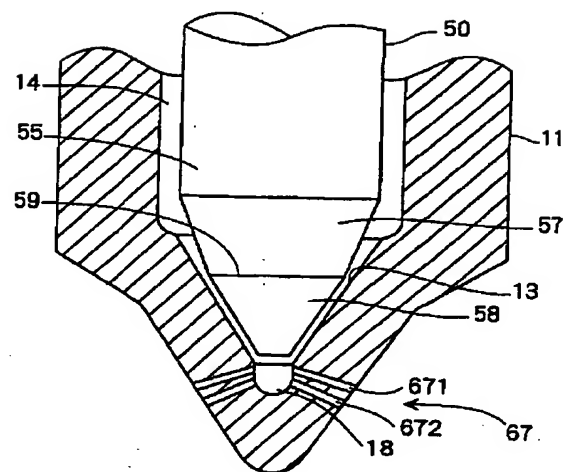
【圖9】



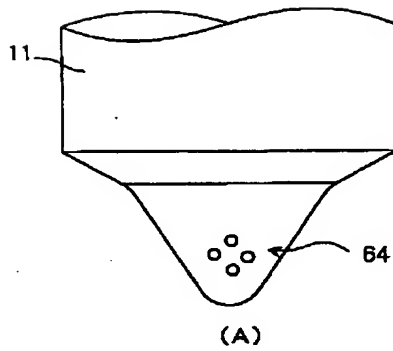
【圖14】



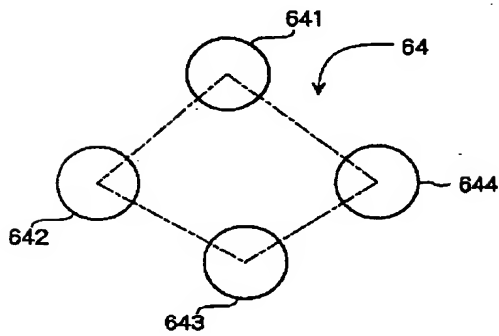
【圖15】



【図10】

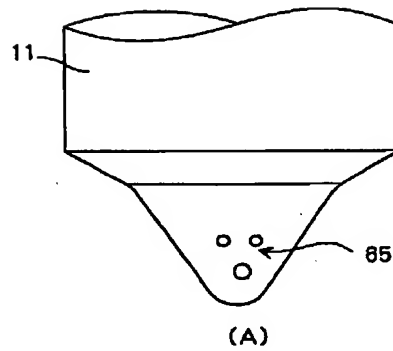


(A)

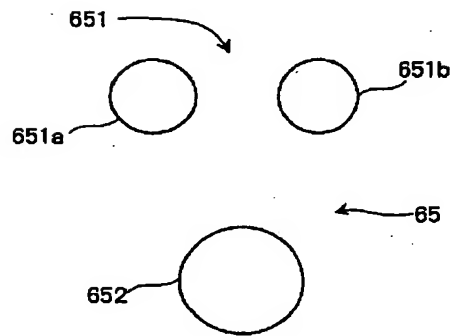


(B)

【図11】

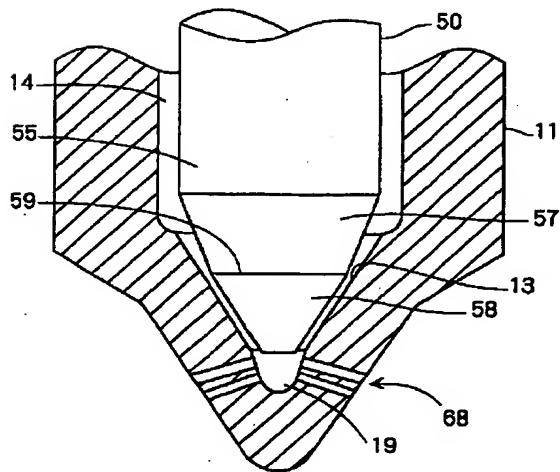


(A)

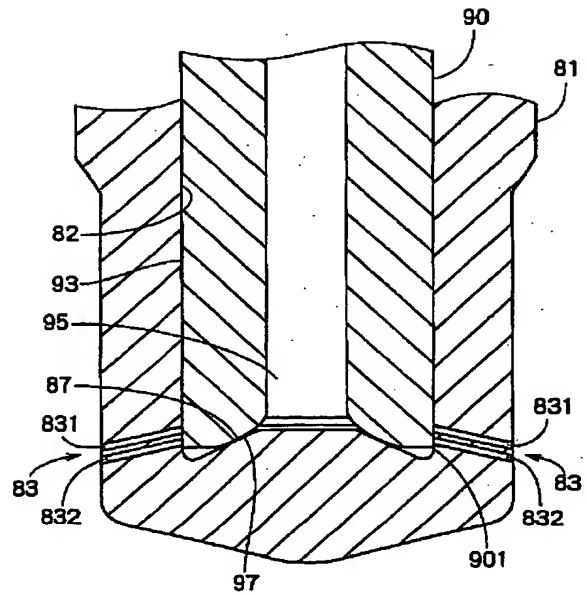


(B)

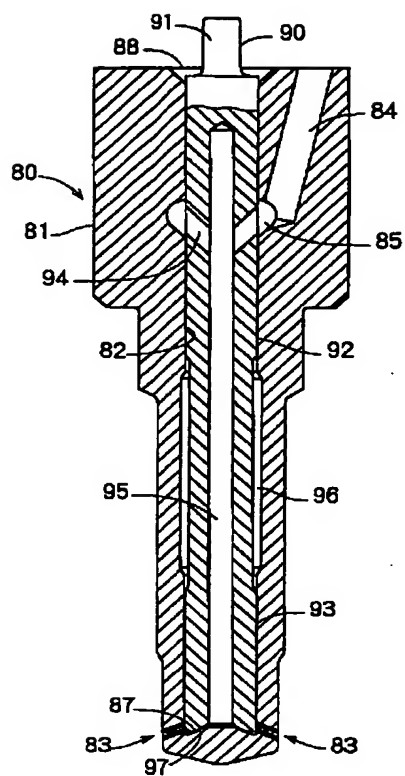
【図16】



【図18】



【図17】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G066 AA07 AB02 AD12 BA03 BA24
BA61 CC06T CC06U CC14
CC20 CC28 CC48 CC52 CD28
CD29 CD30 CE13 DA16